

Potencial de geração de metano do aterro sanitário de Marau - RS

Robson Luiz Tomazi¹
Orientadora: Prof^a M.Sc. Greyce C. B. Maas²

2012

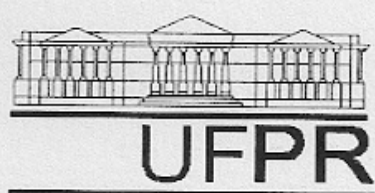
RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar o potencial de geração de metano a partir de degradação anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos armazenados no aterro de Marau, no Rio Grande do Sul, bem como discutir a possibilidade de implementação de um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) capaz de gerar créditos de carbono. A equação de decaimento de 1ª ordem recomendada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, em seu Guia de inventários de gases de efeito estufa foi utilizada para estimar as emissões de metano provenientes do local de disposição de resíduos. O aterro de Marau apresentou um potencial de geração de metano de aproximadamente 104.357,90 m³CH₄/ano ou 74,80 tCH₄/ano, o que corresponde a 1.570,99 tCO₂ equivalente por ano. Esta geração de metano deve ser analisada em conjunto com um estudo de viabilidade econômica também levando em consideração os custos e as receitas de desenvolvimento e implementação do projeto de MDL, a fim de fornecer diretrizes aos tomadores de decisões sobre a viabilidade do projeto.

Palavras-Chave: *Gases de Efeito Estufa, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.*

¹ Engenheiro Ambiental – Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC. Rua Teixeira Soares 1543, Apto 102, Centro, Passo Fundo - RS. E-mail: robsontomazi@yahoo.com.br

² Tecnóloga Ambiental, Doutoranda em Engenharia Florestal – Universidade Federal do Paraná. E-mail: greycemaas@yahoo.com.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETOS SUSTENTÁVEIS, MUDANÇAS CLIMÁTICAS
E MERCADO DE CARBONO

Curitiba, 21 de janeiro de 2013.

DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o aluno **ROBSON LUIZ TOMASI**, portador do **CPF 008.109.540-60**, cursou todas as disciplinas regulares do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono – Educação a Distância – do Departamento de Economia Rural e Extensão – Setor de Ciências Agrárias – UFPR. O curso teve início em abril de 2011 com término em dezembro de 2012, com carga horária total de 360 horas. Para conclusão do curso o aluno citado apresentou o seu trabalho de conclusão de curso (TCC), com o seguinte tema: **"Potencial de geração de metano do aterro sanitário de Marau-RS"**.

- Informamos que o curso cumpriu todas as disposições das Resoluções CNE/CES nº 1, de 03/04/2001 e/ou Resolução nº 1, de 08/06/2007;

Atenciosamente,

Secretaria do Programa de Educação Continuada



Secretaria Acadêmica
Programa de Educação Continuada
em Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná

POTENTIAL OF METHANE GENERATION OF LANDFILL MARAU-RS

ABSTRACT

This paper aims at analyzing the potential for methane generation from anaerobic degradation of organic solid waste stored in the Marau landfill, located in Rio Grande do Sul, as well as to discuss the possibility of implementing a Clean Development Mechanism (CDM) project able to provide carbon credits. The 1st order decay equation recommended by the Intergovernmental Panel on Climate Change in its Guide to inventories of greenhouse gases was used to estimate methane emissions coming from waste disposal site. The Marau landfill presented a potential methane generation of approximately 104,357.90 m³ CH₄/year or 74.80 tCH₄/year, which corresponds to 1,570.99 tCO₂ equivalent per year. This methane generation must be analyzed together with an economic feasibility study also taking in consideration the costs and revenues of development and implementation of CDM project in order to provide to decision makers guidelines about the viability of the project.

Key words: Greenhouse Gas, Clean Development Mechanism.

1. INTRODUÇÃO

O aquecimento global é o resultado da intensificação do efeito estufa ocasionado pelo significativo aumento das concentrações dos chamados “gases do efeito estufa” (GEE) na atmosfera, ou seja, gases que absorvem parte do calor que deveria ser dissipado, provocando aumento da temperatura média do planeta.

Os aterros sanitários contribuem para o aquecimento global devido à constante geração do metano decorrente da decomposição dos resíduos sólidos. Por isso, ações de combate à emissão de metano são tão importantes no âmbito do combate aos malefícios causados pelo aquecimento global.

A implantação de projetos de aproveitamento energético do metano é importante não somente para reduzir as emissões deste gás, um dos mais potentes causadores do efeito estufa, mas também para aproveitar seu elevado potencial na geração de energia limpa.

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi quantificar o potencial de geração de metano a partir da degradação dos resíduos sólidos orgânicos depositados no Aterro Sanitário de Marau/RS, como forma de discutir a possibilidade de implantação de um projeto de redução de emissões de gases de efeito estufa para inseri-lo dentro do âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, preconizado pelo Protocolo de Quioto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aquecimento Global

O aquecimento global vem acarretando uma série de situações que notadamente se relacionam com questões de ordem ecológica e, conseqüentemente, com o equilíbrio das populações humanas. O acúmulo excessivo de gases, principalmente metano e dióxido de carbono, forma uma densa camada ao redor do planeta, impedindo o escape da radiação solar para o espaço, aumentando o calor retido na atmosfera. Tal fenômeno é chamado de efeito estufa (ARAÚJO, 2007).

Alterações no regime climático, provocadas pelo aquecimento global, são conseqüências de uma série de ações antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis. O fenômeno do aquecimento global é um problema que já faz sentir seus efeitos. Acentuação do El niño, ondas de calor com milhares de mortos na Europa, desequilíbrio das chuvas, grandes enchentes e frio intenso em regiões de clima ameno, são os sinais de alerta da grande mudança que o planeta está passando. Estudos recentes mostram que esta elevada variabilidade climática afeta a saúde (ARAÚJO, 2007).

Mudanças climáticas interferem diretamente no ambiente natural colocando em risco o equilíbrio ecológico do planeta. Se relacionarmos clima e as doenças tropicais, as mudanças climáticas agem em ecossistemas, onde existem patógenos, vetores e hospedeiros naturais. Variações no regime climático podem alterar ciclos de doenças, agravando focos isolados de doenças transmitidas por vetores, além de causar o aumento e a migração de vetores, aumento de epidemias, redução da produtividade e o aumento dos gastos com medicamentos e cuidados à saúde (CONRADO et al., 2007).

A preocupação com as conseqüências do aquecimento global ganhou notoriedade, a partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, no Rio de Janeiro. Importantes tratados foram firmados. Dentre estes a aprovação da Convenção sobre Mudanças Climáticas, onde mais de 150 países assumiram o compromisso de reduzir suas emissões de gases do efeito estufa. Esse consenso levou a um tratado mais ambicioso, de extrema importância para dar suporte operacional à Convenção do Clima, o Protocolo de Quioto que tem como meta reduzir 5,2 % das emissões de gases do efeito estufa ao nível de 1990 no período compreendido entre 2008 a 2012 (MENDONÇA, 2003).

A elevação da temperatura da atmosfera terrestre, particularmente da troposfera, genericamente denominada de aquecimento global, encontra muitas dúvidas quanto às suas causas e consequências, mesmo após a divulgação de dados recentes comprovando a intensificação do aquecimento do planeta nas últimas décadas até o presente. Por esse motivo, o aquecimento global constitui-se numa das principais questões da sociedade atual em face ao desafio de se ter um conhecimento aprofundado do contexto e das suas possíveis repercussões sobre a sobrevivência humana (MENDONÇA, 2003). Segundo Eerola (2003), além da preocupação com as futuras gerações, existe ainda a consequência que os efeitos das mudanças climáticas podem causar no sistema econômico, político e social, principalmente se levarmos em conta a dependência do petróleo e de outros combustíveis fósseis em que está baseada a economia global e suas respectivas políticas de desenvolvimento.

Pelo fato de tratar-se de uma problemática que envolve, simultaneamente, a dimensão natural do planeta e a sociedade humana que o habita, a abordagem do aquecimento global demanda uma perspectiva interdisciplinar para reflexão. O tema é discutido por pontos de vistas de várias áreas do conhecimento. A interação interdisciplinar de forma contextualizada irá servir como base para entender um problema que traz consequências a diversos setores da sociedade, um problema fruto da globalização (BERNSTORFF, 2009).

Mendonça (2003) afirma que baseado na história natural da Terra, há a evidência que a evolução das condições de calor da superfície da Terra não se processou de maneira uniforme. Períodos mais quentes se intercalaram com períodos menos quentes ao longo de toda a história natural e existência humana no planeta. O passado da Terra é estudado pela geologia, baseada em acontecimentos que foram gravados em camadas de rochas sedimentares que são interpretadas pelos geólogos. Somente com essa perspectiva de tempo que chega a cobrir milhões de anos é possível ter uma opinião mais aprofundada em relação as recentes alterações do regime climático da Terra.

Eerola (2003) elucida que durante os 4,5 bilhões de anos da Terra, já ocorreram inúmeras mudanças climáticas consideradas radicais, como longos períodos de clima estável que foram sucedidos por glaciações seguidas por efeito-estufa. Segundo o mesmo autor, desertificações continentais provocadas por esse processo foram responsáveis pelo declínio de certas espécies causando extinções ao mesmo tempo em que favorecia inúmeras outras espécies.

1.2 Mercado de carbono – MDL.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) baseia-se nas disposições do artigo 12 do Protocolo de Kyoto, possibilitando a redução de emissões de gases de efeito estufa por meio da cooperação entre os países desenvolvidos (Partes no Anexo I da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - CQNUMC), os quais assumiram determinadas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa no âmbito do Protocolo de Kyoto, e os países em desenvolvimento (Partes não-Anexo I), os quais não têm compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa (LOPES, 2002).

O objetivo do MDL é auxiliar os países desenvolvidos a atingirem suas metas de redução de emissões, bem como contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países anfitriões. No âmbito do MDL, as Partes no Anexo I executam projetos que promovem uma redução das emissões de gases de efeito estufa dentro dos territórios das Partes não-Anexo I. As Partes no Anexo I podem adquirir todos ou parte dos créditos resultantes dos projetos (LOPES, 2002).

No âmbito do MDL, como os créditos são gerados nos países em desenvolvimento, que não têm UQAs (unidades de quantidades atribuídas), a quantidade total de emissões permitida nas Partes no Anexo I aumenta. O total de emissões de gases de efeito estufa no mundo aumentaria se as Reduções Certificadas de Emissões fossem emitidas em quantidade maior do que as reduções reais feitas. Portanto, o MDL exige que os projetos sigam procedimentos rígidos estabelecidos pelo Conselho Executivo para assegurar que a quantidade de RCEs não seja superestimada (DELGADO, 2006)

Segundo Lopes (2002), o propósito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é prestar assistência às partes não incluídas no Anexo I do Protocolo de Quioto, para que viabilizem o desenvolvimento sustentável, através da implementação da respectiva atividade de projeto e contribuam para o objetivo final da Convenção e, por outro lado, prestar assistência às Partes do Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissão de gases de efeito estufa, que estabelece como meta, no período de 2008 a 2012, a redução de 5% da emissão combinada de gases estufa pelos países desenvolvidos em relação ao nível das emissões ocorridas em 1990.

Lopes (2002) ainda afirma que para que seja considerado elegível no âmbito do desenvolvimento de mecanismo limpo, o projeto deve colaborar para o objetivo principal da Convenção, observando alguns critérios fundamentais, entre eles o da adicionalidade, pelo qual uma atividade de projeto deve, comprovadamente, resultar na redução de emissões de

gases de efeito estufa e/ou remoção de CO₂, adicional ao que ocorreria na ausência da atividade de projeto de desenvolvimento limpo.

Além disto, a atividade de projeto deve contribuir para o desenvolvimento sustentável do país no qual venha a ser implantada. Deve, ainda, ser capaz de demonstrar benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima (SEGRETI, 2006).

Entre os procedimentos para o desenvolvimento de um projeto de MDL estão à avaliação das reduções de emissões, que é conduzida por entidades operacionais designadas (EODs) por meio de processos chamados de validação e verificação e uma aprovação final do registro do projeto e a emissão de RCEs pelo Conselho Executivo. O Protocolo de Quioto requer que a EOD certifique as reduções de emissões, tomando por base: a participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida; os benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima; e as reduções de emissões que sejam adicionais a qualquer redução que ocorreria na ausência da atividade de projeto certificada. Os mecanismos de flexibilização são, em grande parte, os responsáveis pelo sucesso do Protocolo de Quioto até aqui (SEGRETI, 2006).

Os benefícios do MDL para os empreendedores de todo o mundo e em especial para os brasileiros são os seguintes: demonstração de preocupação ambiental; melhoria da imagem empresarial e reconhecimento público; acesso a novas tecnologias e/ou investimento estrangeiro; acesso a novos mercados e atividades de negócios; implementação de projetos sustentáveis; geração de Créditos de Carbono; estruturas inovadoras de financiamento; melhorias na taxa interna de retorno dos projetos; possibilidade de tornar viáveis projetos financeiramente inexecutáveis (VANZIN, 2005).

Ou seja, o MDL deve promover o desenvolvimento de atividades distintas, que não se efetivariam sem a sua contribuição. Já o termo Monitoramento refere-se à condição durante o andamento do projeto, ou seja, o andamento do projeto e suas efetivas reduções ou remoções de GEEs. Reduções é um termo usado em todos os projetos de MDL, exceto o reflorestamento. No caso do reflorestamento o tempo empregado é remoção (VANZIN, 2005).

1.3 Aterros sanitários e biogás

A conversão biológica dos resíduos sólidos com fins energéticos vem ganhando importância a cada dia, uma vez que os resíduos urbanos passaram a ser considerados como

uma fonte inesgotável de energia alternativa. Segundo Lima (1995), os métodos biológicos para a produção de combustíveis a partir do lixo baseiam-se no rendimento da atividade microbiana, principalmente de bactérias anaeróbicas que, através do seu metabolismo, transformam a matéria orgânica em produtos combustíveis, como o gás metano e o hidrogênio.

De acordo com Lima (1995), apesar das incertezas, muitos projetos visando à exploração do gás metano em aterros sanitários vêm sendo estabelecidos nas últimas décadas em todo mundo. Esta mobilização iniciou-se em 1973, com a crise do petróleo, que desencadeou grupos de pesquisa na América do Norte, Suíça, Alemanha e Grécia. Somente nos Estados Unidos, mais de sessenta unidades foram instaladas, mobilizando fundos do governo americano e de empresas privadas ligadas ao uso do gás ou à exploração de recursos energéticos alternativos, tais como: Aterro de Monterey Park (112.000 m³/ dia de gás metano), Aterro de San Fernando (100.000 m³/ dia), Aterro de Liosia – Atenas – Grécia (192.000 m³/ dia).

O metano, quando é queimado completamente tem como subprodutos a água e o dióxido de carbono, que possui potencial de aquecimento global 21 vezes menor que o metano. A redução dos gases efeito estufa, em um projeto aprovado pelo MDL, recebe os certificados de reduções de emissões (créditos de carbono) que são comercializados entre US\$ 5 e US\$ 20 por tonelada de CO₂ equivalente. A geração de energia elétrica através do uso do biogás de aterros sanitários habilita o projeto, de acordo com os requisitos do MDL, a incrementar a receita com a venda dos créditos de carbono (SILVA, 2010).

1.4 Metodologias aprovadas para aterros sanitários

A metodologia de linha de base ACM0001 foi desenvolvida como um documento consolidado que incorpora todas as metodologias anteriormente aprovadas aplicáveis a atividades de projeto de gás de aterro sanitário. A metodologia consolidada é utilizada em projetos que visem a captura de gás de aterro, onde o cenário de linha de base é a parcial ou total liberação atmosférica do gás (SILVA, 2010).

A metodologia AMS-III.G é similar à metodologia ACM0001, porém mais simplificada. Considera a captura e combustão do metano gerado em aterros de resíduos das atividades humanas. As emissões da linha de base devem excluir as emissões de metano que teriam de ser removidas em cumprimento a normas de segurança nacionais ou locais ou regulamentações legais (SILVA, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos, localizado no interior do município de Marau – RS, da empresa Via Norte Coleta e Transporte de Resíduos Ltda. A área total do aterro é de 16 ha e a área útil utilizada é de 3,5 ha.

Na Tabela 1 constam informações do aterro sanitário estudado obtidas com a empresa que gerencia o empreendimento.

Tabela 1 – Dados gerais do aterro sanitário estudado.

| | |
|--|---------------------|
| Ano de abertura do aterro | 1996 |
| Ano de fechamento do aterro | 2020 |
| Tempo que o aterro permanece fechado gerando biogás | 20 anos |
| População atendida pelo aterro | 250.000 habitantes |
| Taxa de crescimento populacional | 1,26% ao ano |
| Taxa de geração de resíduos “per capita” diária | 0,65 kg RSD/hab.dia |
| Taxa de resíduos coletados que são depositados em aterro | 88% |
| Temperatura de digestão anaeróbia | 50°C |

Para estimar o potencial de geração de metano foi utilizado o método de decaimento de 1ª ordem preconizado pelo IPCC no Manual de Referência do seu guia para inventários nacionais de gases de efeito estufa. Valores *default* desta e de outras publicações do IPCC foram utilizados para o desenvolvimento do cálculo (IPCC, 2006; IPCC, 2000).

Para o ano base do estudo (2012) o aterro atende a uma população de 250.000 pessoas e a geração per capita de resíduos é da ordem de 0,65 Kg hab dia, com uma taxa de deposição de 88% dos resíduos coletados, perfazendo um total de 52.195 toneladas de resíduos aterrados por ano.

O cálculo da emissão de metano foi realizado conforme os passos descritos a seguir:

Passo 1 - Cálculo da fração de carbono orgânico degradável (COD) depositada no aterro (COD)

$$COD = \sum (COD_i \times W_i) \quad \text{Eq.1}$$

Onde;

COD = Fração de carbono orgânico degradável no lixo;

COD_i = Fração de carbono orgânico degradável no tipo de resíduo i;

W_i = Fração do tipo de resíduo i por categoria do resíduo.

OBS. Para a realização do cálculo de COD utilizou-se valores *default* do IPCC da composição gravimétrica de resíduos sólidos da América Latina (Tabela 2). O W_i será de acordo com a análise gravimétrica do resíduo em porcentagem dos componentes presentes no lixo, ou seja, matéria orgânica, papel/papelão, vidros, outros. Foi somada a quantidade de metal (2,9%), de vidro (3,3%) e outros (13,0%), resultando em 19,20%.

Tabela 2 – Composição gravimétrica média dos resíduos sólidos na América Latina.

| | COMPONENTE | PORCENTAGEM COD (EM MASSA) |
|----|------------------|----------------------------|
| A) | Papel/papelão | 17,1 |
| B) | Matéria Orgânica | 44,9 |
| C) | Plástico | 10,8 |
| D) | Têxteis | 2,6 |
| E) | Madeira | 4,7 |
| F) | Metal | 2,9 |
| G) | Vidro | 3,3 |
| H) | Borracha / couro | 0,7 |
| I) | Outros | 13 |

Fonte: IPCC, 2006.

Passo 2 – Cálculo do potencial de geração de metano do resíduo (Lo)

$$Lo = MCF \times DOC \times DOCf \times F \times 16/12$$

Eq. 2

Onde:

Lo = potencial de geração de metano do resíduo (m³ biogás/kgRSD);

MCF = fator de correção de metano = 1 (aterro bem gerenciado);

DOC = 0,19142;

DOCf = fração do DOC que pode se decompor = 0,50 (recomendação do IPCC, 2006);

$F = 50\%$ = fração de CH_4 no biogás (geralmente a quantidade de CH_4 presente no biogás em aterro sanitário é 50%);

16/12 : conversão de carbono (C) para metano (CH_4).

Obs. O fator de correção de metano está associado à operação do aterro. Utilizou-se como referência a classificação disponível no Guia de Boas Práticas do IPCC de 2000, que determina que para aterros bem manejados o FMC seja 1.

Passo 3 – Cálculo da emissão de metano para o ano de referência

$$E_{\text{CH}_4} = K \times R_x \times L_0 \times e^{-k(x-T)} \quad \text{Eq.3}$$

Onde:

E_{CH_4} = Emissão de metano (m^3CH_4 / ano);

k = o valor de k de 0,05 (a meia-vida de cerca de 14 anos) é sugerida como um valor padrão;

R_x = Fluxo de resíduos do ano (tonRSD);

L_0 = Potencial de geração de metano ($\text{m}^3\text{biogás/ton RSD}$);

X = Ano atual;

T = Ano de deposição do resíduo no aterro (início de operação).

Obs. O k aplicável aos locais de disposição de resíduos sólidos é determinado por uma série de fatores, os quais se encontram associados ao tipo do resíduo e às condições da região onde se localiza o aterro, como por exemplo: a composição do resíduo, a temperatura média anual, a precipitação média anual e o potencial de evapotranspiração (IPCC, 2000). Se não existem dados sobre o tipo de resíduos, o valor de k de 0,05 é sugerido como um valor padrão.

A partir da quantidade de metano estimada foi possível obter um valor em toneladas de CO_2 equivalentes multiplicando o resultado encontrado de metano pelo seu respectivo potencial de aquecimento global (21).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Passo 1 - Cálculo da fração de carbono orgânico degradável (COD) depositada no aterro (COD)

$$\begin{aligned}\text{COD} &= (A * 0,40) + (B * 0,15) + (C * 0) + (D * 0,24) + (E * 0,43) + (H * 0,39) + (F+G+I * 0,01) \\ \text{COD} &= (0,171 * 0,40) + (0,449 * 0,15) + (0,108 * 0) + (0,026 * 0,24) + (0,047 * 0,43) + (0,07 * 0,39) + (0,192 * 0,01) \\ \text{COD} &= 0,19142\end{aligned}$$

Passo 2 – Cálculo do potencial de geração de metano do resíduo (L_0)

$$\begin{aligned}L_0 &= \text{MCF} \times \text{DOC} \times \text{DOCf} \times F \times 16/12 \\ L_0 &= 1 \times 0,19142 \times 0,5 \times 0,5 \times 16/12 \\ L_0 &= 0,06380 \text{ t metano/t RSD}\end{aligned}\tag{Eq. 2}$$

Considerando a densidade do CH_4 como $0,0007168 \text{ t/m}^3$, tem-se:

$$\begin{aligned}L_0 &= 0,06380 \text{ t metano/t RSD} / 0,0007168 \text{ t/m}^3 \text{ (densidade do metano)} \\ L_0 &= 89,00 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{tonelada de resíduo}\end{aligned}$$

Passo 3 – Cálculo da emissão de metano para o ano de referência

$$\begin{aligned}E_{\text{CH}_4} &= K \times R_x \times L_0 \times e^{-k(x-T)} \\ E_{\text{CH}_4} &= 0,05 \times 52.195 \text{ ton RSD} \times 89,00 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{tonelada de resíduo} \times e^{-0,05(2012-1996)} \\ E_{\text{CH}_4} &= 104.357,90 \text{ m}^3\text{CH}_4/\text{ano}\end{aligned}\tag{Eq.3}$$

Ao utilizar o L_0 em t de metano/t RDU é possível obter a emissão de metano em t CH_4 /t RSU. Sendo assim:

$$\begin{aligned}E_{\text{CH}_4} &= 0,05 \times 52.195 \text{ ton RSD} \times 0,06380 \text{ tCH}_4/\text{tonelada de resíduo} \times e^{-0,05(2012-1996)} \\ E_{\text{CH}_4} &= 74,80 \text{ t CH}_4/\text{ano}\end{aligned}$$

A partir da quantidade de metano estimada é possível obter um valor em toneladas de CO₂ equivalentes multiplicando o resultado encontrado de metano pelo seu respectivo potencial de aquecimento global (21). Assim sendo:

$$\text{Emissão em CO}_2 \text{ eq} = E_{\text{CH}_4} * 21$$

$$\text{Emissão em CO}_2 \text{ eq} = 74,80 \text{ t CH}_4/\text{ano} * 21$$

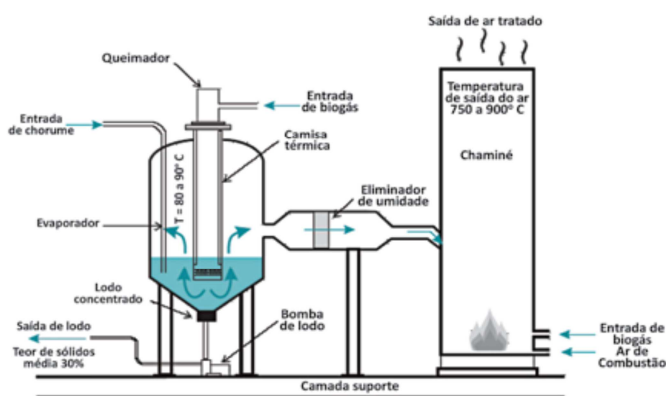
$$\text{Emissão em CO}_2 \text{ eq} = \mathbf{1.570,99 \text{ t CO}_2 \text{ eq/ano}}$$

No Brasil, por exemplo, sabe-se que as condições referentes aos aspectos de gerenciamento de resíduos sólidos ainda são precárias e não permitem a obtenção de dados confiáveis, podendo dessa forma induzir ao erro no que diz respeito a levantamentos de geração de biogás, especificamente em aterros sanitários. Os métodos de inventário podem ser considerados adequados apenas para um estudo grosseiro de geração de biogás em aterros, ficando assim mais apropriados para a obtenção de dados para regiões e ou países.

Todos os métodos apresentados necessitam de informações que podem conter erros. Projetos que consideram a recuperação energética do biogás necessitam de um levantamento preliminar da quantidade de gás gerada. Esses estudos permitem verificar a viabilidade do projeto e a definir qual a melhor tecnologia a ser utilizada.

Conforme cálculo exposto acima pode ser verificado que existe um volume considerável de emissão de metano por ano. A empresa operadora do aterro possui um projeto de instalação de um evaporador de chorume com prazo para funcionamento para abril 2013, sendo assim toda a geração de gás do aterro sanitário de Marau poderá ser utilizada na alimentação do equipamento.

O chorume, gerado a partir da decomposição anaeróbia dos resíduos sólidos urbanos, contém alta carga poluidora e sua composição apresenta grande quantidade de amônia, cloretos, substâncias recalcitrante, compostos orgânicos e inorgânicos. Um dos sistemas utilizados para tratar o chorume é o processo de evaporação. Este processo permite uma redução de até 70% do volume de lixiviado. O tratamento é realizado em equipamento denominado Evaporador, onde o chorume é aquecido a altas temperaturas, como mostra a figura abaixo.



Fonte: MONTEIRO et. al., 2001.

Figura 2 – Evaporador de chorume.

As vantagens da utilização do biogás como fonte de energia estão relacionadas às emissões evitadas pela geração de energia elétrica a partir de fonte renovável de energia, à eficiência dos sistemas de conversão, à diminuição da demanda de energia proveniente das concessionárias locais e à possibilidade de receita adicional com a obtenção e comercialização de créditos de carbono, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

5. CONCLUSÕES

O presente estudo enfatizou o potencial de geração de metano no aterro sanitário de Marau - RS, com vistas a aproveitá-lo no futuro, como forma de promover a redução das emissões de gases de efeito estufa. Após a apresentação de argumentos e subsídios técnicos, espera-se que este trabalho possa estimular a empresa a analisar o potencial de seu aterro de resíduos sólidos e implantar um sistema que permita o aproveitamento do biogás. É importante lembrar, que a empresa já possui um projeto de instalação de um evaporador de chorume, que poderá utilizar o biogás gerado pelo aterro.

Cabe agora, a realização de demais pesquisas com o propósito de se determinar a capacidade de geração de energia elétrica a partir do presente aterro. Estudos como esse poderão dar subsídio às autoridades competentes para a realização de projeto de aproveitamento do biogás do Aterro Sanitário de Marau.

Conforme demonstrado nesse artigo, a empresa está interessada em projeto que vise à redução de gases de efeito estufa (GEE) e que se enquadre no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, previsto no Protocolo de Quioto.

As reduções de GEE devidamente comprovadas dentro de projeto de MDL podem se converter em resultados financeiros para a empresa, uma vez que transformadas em RCE podem ser comercializadas a países desenvolvidos como parte do cumprimento de suas metas de redução de emissões estabelecidas no Protocolo de Quioto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, R. O aquecimento global e as consequências sobre as endemias transmitidas por vetores no Brasil. Fundação escola de Sociologia e Política de São Paulo, p. 105, 2007.

BARROS, D. Avaliação da viabilidade financeira de projetos de aterros sanitários no Brasil. IX ENGEMA – Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, Curitiba, 2007.

BERNSTORFF, C. Créditos de Carbono e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL. Captura de Metano no Tratamento de Dejetos Suínos, Rio de Janeiro, 2009.

CONRADO, D., et al. Vulnerabilidades às mudanças climáticas. 10 p. Disponível em: <http://www.iieb.org.br/arquivos/artigo_vulnerabilidades.pdf> Acesso em: 09 jun. 2007.

DELGADO, M et al. Estudo de Viabilidade Implantação de um Projeto MDL. Trabalho Científico Gestão Socioambiental, 2006.

EEROLA, T. Mudanças Climáticas Globais: Passado, presente e futuro. Departamento de Geociências, CFH, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticiavisualiza.php?idnoticia=1691&idpagina=1>>. Acesso em: 07 de Set de 2012.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Guia para inventários nacionais de gases de efeito estufa. Módulo 6: Lixo. Volume 2: Livro de trabalho, 1996. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.html>>. Acesso em: 07 de Setembro de 2012.

IPCC - Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima. Módulo 5 – Resíduos. Volume 2: Geração de Resíduos, Composição e Gestão de Dados e Volume 3: Disposição de Resíduos Sólidos, 2006.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. v 3, 1994. < www.ipcc.ch/pub.htm > Acesso em 09 Set. 2012.

LIMA, L. Lixo: tratamento e biorremediação. 3.ed. São Paulo, Hemus Editora Ltda, 1995.

LOPES, I.V. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL. Guia de orientação. Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, p. 90, 2002.

MENDONÇA, F. Aquecimento Global e Saúde. Uma perspectiva geográfica. Meio Ambiente e Desenvolvimento da UFPR, São Paulo, vol.1, n.20, p. 205-221, 2003.

PIPATTI, R. et al. Waste Generation, composition and management data. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>. Acesso em: 03 set. 2012.

SEGRETI, J. et al. Crédito Carbono: Um estudo de caso da empresa Nova Gerar, São Paulo, vol. 8, n. 21, p. 82-91, 2006.

SILVA, W. Biogás: Potencialidade dos Aterros Sanitários do Estado do Paraná, Curitiba, p. 59, 2010.

VANZIN, E. et al. Uso do Biogás em Aterro Sanitário como fonte de energia alternativa. Aplicação de procedimento para análise da viabilidade econômica no aterro sanitário metropolitano Santa Tecla. Rio Grande do Sul, 2006. 12 p. Programa de Pós Graduação em Engenharia. Universidade Federal de Passo Fundo.